

ISSN 0453-8307

# **ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

**ХVІ ВСЕУКРАЇНСЬКА  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ  
УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ  
(14 квітня 2016 р.)**

**Збірник наукових праць  
Секція 2: «Теплофізика, теплоенергетика, наноматеріали та  
нанотехнології»**



ОДЕСА 2016

**УДК 547; 37.022**

**Еколого-енергетичні проблеми сучасності / Збірник наукових праць всеукраїнської науково - технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 14 квітня 2016 р. – Одеса, Видавництво ОНАХТ, - 2016р. – 95 с.**

Збірник включає наукові праці учасників, що об'єднані по темам: теплофізичні проблеми в різних галузях науки і техніки; енергетика і енергозбереження в сучасних виробництвах.

Матеріали подано українською, російською та англійською мовами.

ISSN 0453-8307 © Одеська національна академія харчових технологій

Показатели	Ед. изм.	результат
Объемный расход дымовых газов	м <sup>3</sup> /с	11,72
Теплоемкость дымовых газов	кДж/кг·град	1,061
Температура дымовых газов на входе в КУ	град	147
Температура дымовых газов на выходе и КУ	град	40
КПД утилизационной установки	%	88
Время работы	ч/год	8500
Утилизированная теплота	ГДж/год	37946
Годовая экономия условного топлива	т у. т./год	1295
Экономия	тыс. у. е./год	278,4
Капиталовложения	тыс. у. е.	330
Срок окупаемости	год	1,18

Внедрение установки с увлажнителем воздуха обеспечивает:

- экономии топлива в размере 4.95%;
- снижение выбросов оксидов азота на 40-60% и углекислого газа на 20%;
- уменьшение температуры дымовых газов до 35-40 градусов

#### Информационные источники:

1. Тепловой расчет котлов (нормативный метод).0-СПб: НПО ЦКТИ, 1998 256с.
2. Кудинов А. А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках.- Ульяновск: Ул-ГГУ,2000.- 139с.
3. Конденсерная технология утилизации низкопотенциальной теплоты уходящих газов/ Б. Лунинг, И. Л. Ионкин, А. В. Рагуткин, П. М. Сверчков// Энерго 2012: Тр. Всерос. Науч.-практ. Конф. «Повышение надежности и эксплуатации электрических подстанций и энергетических систем». Т.2.М.: Изд-во МЭИ, 2012. 213-216 с.

*Научные руководители: кандидат технических наук Овсянник А. В., Полозова О. А.  
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого*

**УДК 532.529.5**

## **ОЦІНКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ ПІДВЕДЕНОЇ ДО КОМПРЕСОРА В СХЕМІ ЕРЛІФТНОГО ТЕПЛОБМІННИКА БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ**

**Бочкова О. Ю., Гижко А.В.**

Вінницький національний технічний університет

Для отримання номінальної кількості біогазу з одиниці об'єму біореактора необхідно дотримуватись певних температурних режимів. Це забезпечується підігрівом субстрату і постійним перемішуванням. Теплообмінні пристрої виносяться за межі реактора, а тому виникає потреба у встановленні нагнітального пристрою. Для звичайних рідин встановлюють насос, а для неньютонівських рідин (субстрату) високі швидкості, що забезпечується нагнітальником, є неприпустимі, адже це негативно впливає на життєздатність метаноутворюючих бактерій [1]. Тому виникає потреба у забезпеченні циркуляції субстрату без використання насосу. Організувати циркуляцію субстрату можна за допомогою ерліфтного методу, що передбачає введення біогазу на ділянку після теплообмінника

Метою роботи є дослідження впливу теплофізичних властивостей субстрату на витрату біогазу для організації циркуляції в ерліфтному теплообміннику, оцінка електричної потужності компресора і доцільності затрат енергії на подачу біогазу для циркуляції

субстрату в системі термостабілізації біогазової установки (БГУ) за допомогою ерліфтного методу.

Циркуляція субстрату в системі термостабілізації БГУ відбувається таким чином. Отриманий у біогазовому реакторі біогаз подається за допомогою компресора у систему термостабілізації, куди одночасно надходить субстрат. Субстрат потрапляє через подавальний трубопровід у кожухотрубний теплообмінник, де підігрівається теплоносієм (водою з температурою  $55^{\circ}\text{C}$ ). Підігрітий субстрат надходить у надставку з діаметром  $D$ , куди одночасно потрапляє біогаз. Утворюється газорідинний двофазний потік, густина якого менша за густину субстрату. Внаслідок різної ваги стовпа у біогазовому реакторі і у системі термостабілізації при умові однакової висоти стовпів відбувається циркуляція субстрату в системі термостабілізації біогазової установки. У системі створюється тягова ділянка довжиною  $L_{\text{тяг}}$ , де створюється рушійний напір  $P_{\text{руш}}$ . Двофазна двокомпонентна суміш направляється у сепаратор, де вона розділяється на субстрат і біогаз. Після цього субстрат по зворотному трубопроводу повертається у біореактор, а біогаз відводиться до споживачів.

Математична модель для розрахунку гідродинамічних процесів у даній схемі побудована з врахуванням особливостей розрахунку дійсного об'ємного газовмісту та втрат тиску на тертя, прискорення, вагової складової втрат, у системах із газорідинними потоками з високою в'язкою рідинною складовою [2]. Досліджуваними рідинами були вода, гній свиней з вологістю 90% та гній ВРХ з вологістю 92% і 94%. Теплофізичні властивості (ТПФ) даних складних сумішей не містяться в довідникових даних, тому для замикання математичної моделі їх теплофізичні властивості були оцінені із застосуванням експериментально-розрахункового методу (ЕРМ) [3]. За допомогою ЕРМ було визначено, що для гною свиней з вологістю 92% модельною рідиною є цукровий розчин з концентрацією 68%; для гною свиней з вологістю 90% – цукровий розчин з концентрацією 80%; а для гною ВРХ 94% модельною рідиною буде цукровий розчин з концентрацією 73% [4]. В основу математичного опису гідродинаміки в контурі системи термостабілізації БГУ було покладено рівняння збереження імпульсів та рівняння збереження маси.

В результаті числових досліджень було побудовано залежності приведеної швидкості руху біогазу в надставці теплообмінника від її довжини  $W_0''=f(L_{\text{н.дв.}})$  для забезпечення приведеної швидкості руху робочої рідини в надставці  $W_{\text{он}}=0,4$  м/с і  $W_{\text{он}}=0,6$  м/с. Також було отримано залежності потужності компресора від довжини надставки  $N=f(L_{\text{н.дв.}})$  за умов забезпечення вищевказаних значень приведених швидкостей руху рідини. Витрата біогазу є найменшою за умов руху води у контурі, а найбільшою – коли робочою рідиною в системі термостабілізації БГУ є гній свиней з вологістю 90%.

Дані розрахунки були проведені без врахування поглинання рідиною (субстратом) біогазу, що надходить в надставку. Таке спрощення пояснюється тим, що субстрат і біогаз знаходяться в стані рівноваги між собою, так як в надставку теплообмінника з біогазового реактора надходить біогаз, який щойно був виділений в процесі анаеробної ферментації із субстрату.

Більші витрати біогазу, а також більша потужність компресора необхідні у випадку, коли робочою рідиною є субстрат свиней з вологістю 90%, а менш високими витрати і потужність буде за умов руху води в системі термостабілізації БГУ. Затрата електричної енергії на подачу біогазу в разі руху води в системі буде на 30% меншою, ніж у випадку руху субстрату свиней з вологістю 90%.

Отже, ТФВ субстрату свиней і ВРХ (неньютонівських складних сумішей), зокрема їх висока в'язкість і густина, зумовлюють більш значні витрати біогазу для забезпечення швидкості руху рідини в межах 0,4...0,6 м/с в системі термостабілізації БГУ. Прямо пропорційно зростає і затрата електричної енергії на компресор у випадку руху в системі складних сумішей.

**Інформаційні джерела:**

1. Ткаченко С. Й., Резидент Н. В. Тепломасообмінні та гідродинамічні процеси в елементах систем біоконверсії: Монографія. – Вінниця: Універсум – Вінниця, 2011. – 132 с.
2. Ткаченко С. Й. Обобщенные методы расчета теплогидродинамических процессов и применение их для оптимизации выпарных установок: Диссерт. на соискание ученой степени доктора технических наук / С. Й. Ткаченко. – Винница, 1987. – 440 с.
3. Ткаченко С. Й., Пішеніна Н. В. Застосування поняття «модельна рідина» в експериментально-розрахунковому методі – Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2012. – № 3. – с. 103– 110. – ISSN 1997-9266.
4. Ткаченко С. Й., Пішеніна Н. В., Резидент Н. В. Удосконалення експериментально-розрахункового методу – Збірник технічна теплофізика та промислова теплоенергетика, 2010. - № 2. – с. 171 – 183.

*Науковий керівник: проф., д.т.н. Ткаченко С. Й.,  
Вінницький національний технічний університет*

**УДК 621.577**

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИМИ УСТАНОВКАМИ ТА ПІКОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОТИ**

**Лещенко В. В., Тіхоненко Р. О.**

Вінницький національний технічний університет

Метою дослідження є аналіз енергоефективності систем енергозабезпечення (СЕ) з когенераційно-теплонасосними установками (КТНУ) та піковими джерелами теплоти (ПДТ), визначення енергоефективних режимів роботи та схем СЕ з КТНУ та ПДТ з урахуванням впливу змінних режимів роботи, ПДТ, джерел приводної енергії для парокompресійних КТНУ, з урахуванням втрат енергії при генеруванні, постачанні і перетворенні електричної енергії.

Зважаючи на актуальність поставленого питання, за останні роки проведено низку досліджень з ефективності застосування комбінованих КТНУ в теплових схемах джерел енергопостачання [1-5].

В нашому дослідженні здійснено аналіз енергоефективності СЕ з КТНУ та ПДТ. Досліджувані СЕ з КТНУ та ПДТ можуть повністю або частково забезпечувати власні потреби в електричній енергії та забезпечувати потреби опалення та гарячого водопостачання споживачів. Схеми СЕ з КТНУ та ПДТ наведені в роботах [6-7].

Згідно з [1-5] енергоефективність СЕ визначається оптимальним розподілом навантаження між КТНУ та ПДТ (наприклад, водогрійним паливним котлом, електрокотлом, сонячними колекторами тощо) у складі СЕ. Цей розподіл характеризується часткою навантаження КТНУ у складі СЕ  $\beta$ , яка визначається як відношення теплової потужності КТНУ до теплової потужності СЕ  $\beta = Q_{\text{КТНУ}}/Q_{\text{СЕ}}$ . Здійснено аналіз енергоефективності системи «Джерело приводної енергії КТНУ – СЕ з КТНУ та ПДТ – споживач теплоти від СЕ» на прикладі СЕ з парокompресійними КТНУ та ПДТ. Перевагою такого підходу є врахування втрат енергії при генеруванні, постачанні і перетворенні електричної енергії в КТНУ та ПДТ з метою визначення ефективних режимів роботи та схем СЕ.

В роботах [2-5] запропоновано здійснювати комплексну оцінку енергетичної ефективності СЕ з КТНУ та ПДТ за комплексним безрозмірним критерієм енергетичної ефективності. Комплексний безрозмірний критерій енергетичної ефективності СЕ з [2-5] може бути використаний також і для вибору найбільш ефективного пікового джерела теплоти

## ГЛОСАРІЙ

<i>Алексеева В.А.</i>	3
<i>Агарков В.В.</i>	94
<i>Андерсон О.Ю.</i>	4
<i>Архипова Л.М.</i>	59
<i>Банде Т.М.</i>	31
<i>Білоус І.Ю.</i>	72
<i>Богач В.В.</i>	83
<i>Боднар І. О.</i>	5
<i>Бочкова О. Ю.</i>	41
<i>Будниченко А. А.</i>	9
<i>Вороненко Ю. Є.</i>	7
<i>Гарягодиев Б.</i>	10
<i>Гижко А. В.</i>	41
<i>Годунов П.А.</i>	12
<i>Горобченко Ю.С.</i>	30
<i>Григор'єв О. А.</i>	14, 16
<i>Гринюк В.І.</i>	38
<i>Гурбангельдиев Иляс</i>	19
<i>Двирный В.В.</i>	75
<i>Двирный Г.В.</i>	75
<i>Дідук К.А.</i>	77
<i>Евсюкова Д.Ю.</i>	50
<i>Єлгаєва М.О.</i>	74
<i>Жеплінська М.М.</i>	20
<i>Зайцев Д.В.</i>	52
<i>Іванов В.В.</i>	54
<i>Йоллыев К.</i>	22
<i>Карташова М.В.</i>	31
<i>Коваленко В.И.</i>	50
<i>Козаченко И. С</i>	23
<i>Крушенко Г.Г.</i>	75
<i>Кульгейко А. Н.</i>	39

<i>Лазарів І.Р.</i>	24
<i>Лещенко В. В.</i>	43
<i>Лук'янова О.С.</i>	56
<i>Мазуренко С.Ю.</i>	79
<i>Макеева Е.Н.</i>	57
<i>Манюк О.Р.</i>	59
<i>Морозов А.А.</i>	93
<i>Мельник Е.И.</i>	47
<i>Нгуєн Ван Фук</i>	61
<i>Нижников А.А.</i>	26
<i>Никитенко Д.А.</i>	27
<i>Озолин Н.Е.</i>	81
<i>Осадчук Е.А.</i>	83, 86
<i>Осипенко Н.С.</i>	63
<i>Павлів Л.В.</i>	65
<i>Петрикеев М.М.</i>	4
<i>Полторацький М.И.</i>	29
<i>Помазкина А.Ю.</i>	63
<i>Привалова А.А.</i>	30
<i>Продан Я.М.</i>	33
<i>Радош С.А.</i>	57
<i>Решетникова С.Н.</i>	75
<i>Савинков П.В.</i>	79
<i>Сенчук В.О.</i>	34
<i>Сирбул А. О.</i>	77
<i>Снятков М.В.</i>	71
<i>Соколюк А.В.</i>	69
<i>Солодка А.В.</i>	67
<i>Спильная Е.А.</i>	69
<i>Стоянов С.В.</i>	71
<i>Суходуб І.О.</i>	61
<i>Тіхоненко Р. О.</i>	43

<i>Тумбуркат К.</i>	90, 92
<i>Тодосенко А.В.</i>	33
<i>Триль А.</i>	95
<i>Федичина А.В.</i>	36
<i>Феськова В.П.</i>	27
<i>Хмура А.А</i>	88

<i>Шарана В.И.</i>	91
<i>Шевченко О.М.</i>	72
<i>Шеламов А.А.</i>	29
<i>Юфанова Т.С.</i>	45
<i>Юшкевич А.В.</i>	30
<i>Янчев И.С.</i>	81

НТБ ОНАХТ

**ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ  
ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

**XVI ВСЕУКРАЇНСЬКА  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА  
СТУДЕНТІВ  
(14 квітня 2016 р.)**

**Збірник наукових праць  
Секція 2: «Теплофізика, теплоенергетика, наноматеріали та  
нанотехнології»**

НТБ ОНАХТ

Підписано до друку 12.04.2016 р. Формат 60x84 1/16.  
Гарн. Таймс. Умов.- друк. арк5,1. Тираж 25 прим.  
Замовл. №.791  
ВЦ «Технолог»